

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

PGT/JP 2004/000009

TRANS

05. 1. 2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 3 年    1 月 1 0 日  
Date of Application:

出 願 番 号                      特 願 2 0 0 3 - 0 0 3 9 5 6  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 3 - 0 0 3 9 5 6 ]

REC'D 27 FEB 2004

WIPO

PCT

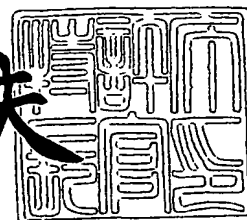
出 願 人                      鐘 淵 化 学 工 業 株 式 会 社  
Applicant(s):

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年    2 月 1 3 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号    出証特 2 0 0 4 - 3 0 0 8 9 1 4

【書類名】 特許願

【整理番号】 ZAT-3547

【提出日】 平成15年 1月10日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 31/04

【発明者】

    【住所又は居所】 兵庫県豊岡市六地藏 2 5 7 - 1

    【氏名】 中田 年信

【発明者】

    【住所又は居所】 京都府京田辺市田辺狐川 1 5 3 - 1

    【氏名】 山岸 英雄

【特許出願人】

    【識別番号】 000000941

    【氏名又は名称】 鐘淵化学工業株式会社

    【代表者】 武田 正利

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 005027

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 透光性薄膜太陽電池モジュールおよびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 絶縁透光性基板の一主面上に順に積層された第 1 電極層、半導体層、および第 2 電極層を含む多層膜を含み、

直列接続された複数の光電変換セルを含むセル領域を含み、

前記セル領域に、少なくとも前記第 2 電極層が除去された複数の透光性開口穴を含む透光性薄膜太陽電池モジュールであって、

前記透光性開口穴の直径が  $30\ \mu\text{m}$  ～  $500\ \mu\text{m}$  の大きさであって、

複数の前記透光性開口穴が、その直径の 1.01 倍から 2 倍の中心点間距離にて直線上に配置されてなることを特徴とする透光性薄膜太陽電池モジュール。

【請求項 2】 複数の前記透光性開口穴が、その直径の 1.01 倍から 1.5 倍の間隔にて直線上に配置されてなることを特徴とする請求項 1 に記載の透光性薄膜太陽電池モジュール

【請求項 3】 前記透光性開口穴の直径が、 $100\ \mu\text{m}$  ～  $300\ \mu\text{m}$  の大きさであることを特徴とする請求項 1 ～ 2 のいずれかに記載の透光性薄膜太陽電池モジュール。

【請求項 4】 前記セル領域に対する、前記透光性開口穴合計の、面積比率が 5% ～ 30% であることを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の透光性薄膜太陽電池モジュール。

【請求項 5】 前記透光性開口穴が、前記光電変換セルの直列接続方向と平行な直線上に配置されてなることを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の透光性薄膜太陽電池モジュール。

【請求項 6】 前記透光性開口穴が、等間隔で互いに平行な直線上に配置されてなることを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の透光性薄膜太陽電池モジュール。

【請求項 7】 裏面封止材料が、フッ素系樹脂またはガラスであることを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の透光性薄膜太陽電池モジュール。

【請求項 8】 請求項 1 に記載の透光性薄膜太陽電池モジュールの製造方法で

あって、

前記透光性開口穴がレーザ光を前記多層膜に照射することにより形成され、隣接する前記直線上の透光性開口穴中心間隔が、前記絶縁透光性基板とレーザ光との相対走査速度とレーザ光のQスイッチ周波数とにより決定されることを特徴とする透光性薄膜太陽電池モジュールの製造方法。

【請求項9】 請求項1記載の透光性薄膜太陽電池モジュールの製造方法であって、

前記透光性開口穴の形成後に、逆バイアス処理することを特徴とする透光性薄膜太陽電池モジュールの製造方法。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【0001】

#### 【発明の属する技術分野】

本発明は、薄膜太陽電池モジュールに関し、特に透光性を有し該モジュールを介して背景を視認可能で、透光スクリーンとして使用可能な透光性薄膜太陽電池モジュールに関する。

#### 【0002】

#### 【従来の技術】

薄膜太陽電池は一般に、図3に示す構造を有する集積型薄膜太陽電池11として形成することが多い。図3において、光電変換セル10は、絶縁透光性基板2上において、第1電極層3、半導体層4、および第2電極層5を順次積層した構造を有している。すなわち、集積型薄膜太陽電池11においては、絶縁透光性基板2側または第2電極層5側から入射する光が、半導体層4に含まれる光電変換ユニットによって光電変換される。

#### 【0003】

図3に示す集積型薄膜太陽電池11には、上記薄膜を分割する第1、第2の分離溝21、22と接続溝23とが設けられている。これら第1、第2の分離溝21、22及び接続溝23は、互いに平行であって、図3の断面図の紙面に対して垂直な方向に延在している。

#### 【0004】

第1の分離溝21は、第1電極層3をそれぞれの光電変換セル10に対応して分割しており、第1電極層3と半導体層4との界面に開口を有し且つ絶縁透光性基板2の表面を底面としている。この第1の分離溝21は、半導体層4を構成するシリコン系薄膜によって埋め込まれており、隣り合う第1電極層同士を電氣的に絶縁している。

#### 【0005】

第2の分離溝22は、第1の分離溝21から離れた位置に設けられている。第2の分離溝22は、半導体層4、及び第2電極層5をそれぞれのセル10に対応して分割しており、第2電極層5と樹脂封止層6との界面に開口を有し且つ第1電極層3の表面を底面としている。この第2の分離溝22は、封止樹脂層6によって埋め込まれており、隣り合うセル10間で第2電極層5同士を電氣的に絶縁している。

#### 【0006】

接続溝23は、第1の分離溝21と第2の分離溝22との間に設けられている。接続溝23は、半導体層4を分割しており、半導体層4と第2電極層5との界面に開口を有し且つ第1電極層3の表面を底面としている。この接続溝23は、第2電極層5を構成する導電材料で埋め込まれており、隣り合うセル10の一方の第2電極層5と他方の第1電極層3とを電氣的に接続している。すなわち、接続溝23及びそれを埋め込む導電材料は、絶縁透光性基板2上に並置されたセル10同士を直列接続する役割を担っている。

#### 【0007】

これら第1、第2の分離溝21と22とにより挟まれ接続溝23を各々1本含む領域は光電変換に寄与しない領域で、一般に接続領域9と呼ばれる。

#### 【0008】

従来、透光性を有する太陽電池モジュールとして、透光性を有する開口部分を、光電変換が行われる活性領域であるセル領域内に設ける方法と、セル領域外に設ける方法が提案されている。一般に、前者のセル領域内に開口部分を設ける方が、太陽電池モジュール面内に開口部分を緻密に配置可能なので、目視ではモジュール全面に均一な、優れた透光性及び外観のモジュールとなる。

## 【0009】

ここで、モジュール内の開口部分の形態としては、特定な形状の繰り返し、例えばハニカム形状が、透光性を有する開口穴の形態として提案されている（例えば、特許文献1参照。）。また、等間隔で平行な直線状の開口溝も、透光性を有する開口部分として提案されている（例えば、特許文献2参照。）。

## 【0010】

これらの開口部分の形成方法としては、レーザスクライブ法、ウェットエッチング法、ドライエッチング法、リフトオフ法、ワイヤマスク法等が使用可能であるが、薄膜太陽電池モジュールの場合には、パルスレーザ光を基板に対して相対的に走査し、基板上の薄膜を加工、即ちパターニングする所謂レーザスクライブ法が適用できる。集積型薄膜太陽電池モジュールの製造においては、光電変換セルを直列接続するためのパターニング工程と、透光性を有する開口部分を形成するためのパターニング工程とを、レーザスクライブ法により同様の装置により実施することが可能である（例えば、特許文献3参照。）。

## 【0011】

ところで、薄膜太陽電池では、その製造工程の最終段階近くで、1つの光電変換セルの第1電極層と第2電極層との間に、逆バイアス電圧を印加し光電変換セル内の短絡欠陥部を除去する「逆バイアス処理」と称する方法で、太陽電池特性を向させることが一般的である。

## 【0012】

## 【特許文献1】

米国特許4,795,500号公報

## 【0013】

## 【特許文献2】

米国特許5,254,179号公報

## 【0014】

## 【特許文献3】

特開平04-348570号公報

## 【0015】

**【発明が解決しようとする課題】**

モジュール内の透光性開口部分を開口穴として形成する場合、隣り合う開口穴同士の間隔を十分短くしなければ、これら開口穴が不連続に視認され、透光性薄膜太陽電池モジュールを介して観察される背景または映像は、その輝度および解像度が不十分で、不鮮明になってしまうという問題がある。さらに、開口穴が小さ過ぎると透光性が急激に低下し、開口穴が大きすぎると外観や太陽電池出力の点で問題がある。

**【0016】**

逆に、モジュール内の透光性開口部分を開口溝として形成する場合、第2電極層が開口溝で除去されているため、1つの光電変換セルの第2電極層が複数個に分割されているため、「逆バイアス処理」が十分に行えないという問題がある。

**【0017】**

また、モジュール内の透光性開口部分を開口溝として形成する場合、レーザスクライプ法で透光性を有する開口穴を連続的に配列することでこの開口溝を形成するためには、レーザ光照射間隔をレーザ光照射によって形成される透光性開口穴の大きさより短くする必要がある、レーザ光の走査速度が制限される。

**【0018】**

さらに、透光性薄膜太陽電池モジュールに対する透光性を有する開口穴の割合を増大させると、明瞭な像を得ることができるが、光電変換特性は低下してしまう。

**【0019】****【課題を解決するための手段】**

本発明者等は上記課題に鑑み鋭意検討を行った結果、絶縁透光性基板の一主面上に順に積層された第1電極層、半導体層、および第2電極層を含む多層膜を含み、直列接続された複数の光電変換セルを含み、前記セル領域に、少なくとも前記第2電極層が除去された複数の透光性開口穴を含む透光性薄膜太陽電池モジュールであって、前記透光性開口穴の直径が $30\mu\text{m}$ ～ $300\mu\text{m}$ の大きさであって、複数の前記透光性開口穴が、その直径の1.01倍から2倍の中心点間距離にて一直線上に配置されてなることを特徴とする透光性薄膜太陽電池モジュ

ールとすることで、背景の不鮮明化問題がなく、かつ、逆バイアス処理が十分に実施できるので出力が高い、外観に優れた透光性薄膜太陽電池モジュールとなることを見出した。

#### 【0020】

このような透光性開口穴は、第1電極層、半導体層、および第2電極層を含む多層膜にレーザ光を照射し形成する方法において、レーザ光をQスイッチにより間歇的に照射しながら多層膜に対して走査する方法で形成することができる。

#### 【0021】

透光性及び生産性の点からは、複数の前記透光性開口穴が、その直径の1.01倍から1.5倍の間隔にて一直線上に配置されてなる透光性薄膜太陽電池モジュールとすることが好ましい。

#### 【0022】

モジュール全面に均一に高い透光性を持たせるためには、前記透光性開口穴の直径を $100\mu\text{m}$ ～ $300\mu\text{m}$ とすると良い。

#### 【0023】

透光性及びモジュール出力の点からは、前記セル領域に対する、前記透光性開口穴合計の、面積比率を5%～30%とすると良い。

#### 【0024】

モジュール外観上、前記透光性開口穴が、前記光電変換セルの直列接続方向と平行な一直線上に配置され、さらに、等間隔で互いに平行な直線上に配置されてなることが好ましい。

#### 【0025】

上記のような透光性薄膜太陽電池モジュールは、前記多層膜上に、高い透過率及び耐候性を有するフッ素系樹脂又はガラスを、裏面封止材料として配することにより、信頼性に優れたものとなる。

#### 【0026】

また、透光性開口穴の形成後に、逆バイアス処理することにより高変換効率の透光性薄膜太陽電池モジュールの製造が可能となる。

#### 【0027】



**【発明の実施の形態】**

以下、本発明の実施形態について、図1、図2及び図3の図面を参照しながらより詳細に説明する。なお、本願の各図において同一の参照符号は同一部分または相当部分を示し、重複する説明は繰り返されない。

**【0028】**

絶縁透光性基板2としては、例えば、ガラス板や透明樹脂フィルムなどを用いることができる。ガラス板としては、大面積な板が安価に入手可能で透明性、絶縁性が高い、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 及び $\text{CaO}$ を主成分とする両主面が平滑なフロート板ガラスを用いることができる。

**【0029】**

絶縁透光性基板2側から半導体層4内に光が入射する場合には、第1電極層3は、ITO（インジウム・錫酸化物）膜、 $\text{SnO}_2$ 膜、或いは $\text{ZnO}$ 膜のような透明導電性酸化物等で構成することができる。逆に、第2電極層5側から半導体層4内に光が入射する場合には、第1電極層3は、銀膜やアルミニウム膜のような金属層で構成することができる。また、第1電極層3は多層構造であっても良い。第1電極層3は、蒸着法、CVD法、或いはスパッタリング法等それ自体既知の気相堆積法を用いて形成することができる。第1電極層3の表面には、微細な凹凸を含む表面テクスチャ構造を形成することが好ましい。第1電極層3の表面にこのようなテクスチャ構造を形成することにより、光電変換ユニットを形成する半導体層4への光の入射効率を向上させることができる。

**【0030】**

半導体層4としては、たとえば非晶質光電変換層を含む非晶質薄膜光電変換ユニットや、結晶質光電変換層を含む結晶質薄膜光電変換ユニットを形成し得る。また、半導体層4は、非晶質薄膜光電変換ユニットと結晶質薄膜光電変換ユニットとを含むタンデム型、さらにはトリプル型としてもよい。この場合、非晶質光電変換ユニットは、たとえば第1電極層3側からp型シリコン系半導体層、ノンドーピングシリコン系非晶質光電変換層、およびn型シリコン系半導体層を順次積層した構造を有し得る。また、結晶質光電変換ユニットは、たとえば非晶質光電変換ユニット側からp型シリコン系半導体層、ノンドーピングシリコン系結晶質光電変換

換層、およびn型シリコン系半導体層を順次積層した構造を有し得る。これらのいずれの半導体層も、プラズマCVD法により形成され得る。

#### 【0031】

第2電極層5は電極としての機能を有するだけでなく、絶縁透光性基板2側から光を入射する場合には、半導体層4に入射し第2電極層5まで到着した光を反射して、半導体層4内に再入射させる反射層としての役割をも果たす。第2電極層5は、銀やアルミニウムなどを用いて、蒸着法やスパッタリング法などによって形成することができる。なお、第2電極層5と半導体層4との間には、たとえば両者の間の接着性を向上させるために、ZnOのような非金属材料からなる透明電導性薄膜（図示せず）を挿入してもよい。また、第2電極層5側から光を入射する場合には、第2電極層5は、ITO膜、SnO<sub>2</sub>膜、またはZnO膜のような透明電導性酸化物等で構成することができる。

#### 【0032】

上述の透光性薄膜太陽電池モジュール1は、以下の方法により製造することができる。

#### 【0033】

最初に、絶縁透光性基板2の一主面上の全面に、第1電極層3を製膜した後、例えばYAG基本波レーザ光を照射して第1電極層3を短冊状に分割する第1の分離溝21を形成する。

#### 【0034】

さらに、半導体層4上に第2電極層5を堆積する。この第2電極層5の堆積に伴って、接続溝23は第2電極層と同じ金属材料で埋め込まれ、第2電極層5と第1電極層3とが電氣的に接続される。次に、半導体層4と第2電極層5に対するレーザスクライブによって第2の分離溝22を形成する。

#### 【0035】

次に、第1の分離溝21が形成された第1電極層3にわたって半導体層4としてアモルファスシリコン及び／又は多結晶シリコンを、プラズマCVD法等でp型、i型、n型の順に1回以上積層した後、例えばYAG第2高調波レーザ光を照射して半導体層4を短冊状に分割する接続溝23を形成する。

## 【0036】

引き続き、接続溝 23 が形成された半導体層 4 にわたって第 2 電極層 5 として、例えば透明電導性薄膜及び金属膜をこの順にスパッタ法等で製膜した後、例えば YAG 第 2 高調波レーザ光を絶縁透光性基板 2 側から照射して第 2 電極層 5 を短冊状に分割する第 2 の分離溝 22 を形成する。

## 【0037】

また、例えば絶縁透光性基板 2 側から YAG 基本波及び第 2 高調波レーザ光を照射しながら走査し、第 1 電極層 3、半導体層 4 および第 2 電極層 5 を除去することにより、絶縁透光性基板 2 周囲からセル領域を分離し、セル領域の周囲からの絶縁性を確保した。

## 【0038】

このようにして、絶縁透光性基板 2 の一主面上に順に積層された第 1 電極層 3、非晶質及び／又は多結晶シリコン系半導体からなる半導体層 4、第 2 電極層 5 を含む多層膜を含み、直列接続された複数の光電変換セル 10 及び複数の接続領域 9 を含むセル領域を含む、複数の同一形状の短冊状光電変換セル 10 が直列接続された集積型薄膜太陽電池 11 が形成される。

## 【0039】

最後に、前記のように形成された集積型薄膜太陽電池 11 に、例えば絶縁透光性基板 2 側から YAG 第 2 高調波レーザ光を照射しながら走査し、前記の裏面電極膜 5 の分割と同様の方法で、図 1 に示す複数の透光性開口穴 8 を形成する。

## 【0040】

この透光性開口穴 8 は、図 2 に示すように不連続であって孤立した透光性開口穴 8 が直線上に配置された開口部 18 となるように形成される、またその直径 81 が  $30\ \mu\text{m} \sim 500\ \mu\text{m}$  の大きさであって、さらにその中心点間距離 82 がその直径 81 の 1.01 倍から 2 倍の間隔になるように形成される。

## 【0041】

透光性開口穴 8 の中心点間距離 82 がその直径 81 の 2 倍より大きな場合、透光性開口穴 8 の間に存在する不透光部分が顕著に認識される。透光性開口穴 8 の中心点間距離 82 がその直径 81 の 2 倍以下である場合、目視で 5 m 程度の距離

から不連続な孤立した透光性開口穴 8 が直線上に配置された開口部 18 は連続的な透光溝として知覚される。また、透光性開口穴 8 の中心点間距離 82 が直径 81 の 1.01 倍未満である場合、透光性開口穴 8 間に残留した半導体層 4 および第 2 電極層 5 が、レーザスクライプによる熱の影響を強く受け、剥離等が発生する脆い状態になるとともに、この部分が光電変換セル 10 の欠陥となり、透光性薄膜太陽電池モジュール 1 の出力低下の原因となる。さらに好ましくは、透光性開口穴 8 の中心点間距離 82 は直径 81 の 1.5 倍以下であり、この場合、目視で 1 m の距離から不連続な孤立した透光性開口穴 8 が直線上に配置された開口部 18 は連続的な透光溝として知覚される。

#### 【0042】

また、透光性開口穴 8 の直径 81 は  $30\ \mu\text{m} \sim 500\ \mu\text{m}$  とする。直径 81 が  $30\ \mu\text{m}$  未満である場合、透光性薄膜太陽電池モジュール 1 に透光性を付与することが実質的にできない。また、直径 81 が  $500\ \mu\text{m}$  を超える場合、レーザスクライプにおいて非常に大きなレーザパワー必要となり、レーザ光の出射装置および付随する光学系が非常に高価なものとなる。透光性開口穴 8 の直径 81 が  $50\ \mu\text{m} \sim 300\ \mu\text{m}$  の範囲で凡そ実質的な生産が可能となりさらに好ましい。最も好ましい透光性開口穴 8 の直径 81 の範囲は  $100\ \mu\text{m} \sim 300\ \mu\text{m}$  で、十分な透光性を有する透光性薄膜太陽電池モジュール 1 を、現在安価に市販されているパルスレーザスクライプ加工装置を用いて場合、最適なバランスの加工条件で製造可能である。

#### 【0043】

セル領域の面積に対する、透光性開口穴 8 の合計面積の、面積比率、いわゆる開口率は 1% ~ 50% が好ましい。開口率が 1% 未満の場合には、透光性薄膜太陽電池モジュール 1 の透光性が不十分である。また、開口率が 50% を超える場合には、透光性薄膜太陽電池モジュール 1 の出力が不十分である。開口率の好ましい範囲は 5 ~ 30% である。開口率が 5% 以上であれば、晴天時に直射日光をカットしつつ屋内に十分な採光が可能であり、また、開口率が 30% 以下であれば、十分に透光性薄膜太陽電池モジュール 1 の出力が確保できる。最も好ましい開口率の範囲は 10% ~ 20% であり、開口率が 10% 以上であれば、透光性薄

膜太陽電池モジュール 1 を透光型スクリーンとして使用しても十分な輝度と解像度の画像を得ることができ、また、開口率が 20% 以下の割合であれば、透光性薄膜太陽電池モジュール 1 を一般の太陽電池モジュールとして扱っても出力的に遜色がなくなる。

#### 【0044】

また、集積型薄膜太陽電池 11 に透光性開口穴 8 を形成させるためのレーザスクライブは、同時に複数のレーザ光を多層膜が積層された絶縁透光性基板 2 のそれぞれ異なる部分に照射することにより実施することができる。1つのレーザ光を走査して透光性開口穴 8 を絶縁透光性基板 2 の全面に形成する場合には、レーザ光の走査時間が著しく長くなり実質的に生産が困難となる。

#### 【0045】

次に、孤立した透光性開口穴 8 が直線上に配置された開口部 18 を集積型薄膜太陽電池 11 に形成した後、互いに隣接する光電変換セル 10 の第 2 電極層 5 の間に逆バイアス電圧を印加することによって、光電変換セル 10 中の短絡欠陥部を除去する逆バイアス処理を行った。

#### 【0046】

最後に、電力取り出し用の電極を両端の光電変換セル 10 付近に配し、透光性樹脂の封止樹脂層 6 と、色彩のない透光性の裏面封止材料 7 とを、第 2 電極層 5 上に順に重ね合わせた状態で真空ラミネーション装置を用い加熱真空封止を行なった。ここで、絶縁透光性基板 2 側から入射した太陽光の一部が透光性開口穴 8 を介して透光性薄膜太陽電池モジュール 1 の裏面封止材料 7 側に透過するように、また透光性薄膜太陽電池モジュール 1 の耐候性を十分なものとするために、封止樹脂層 6 としては EVA (Ethylene Vinyl Acetate) 等が、裏面封止材料 7 としてはガラス、弗素系樹脂フィルム等の、色彩のない材料を用いると良い。このようにして作製した透光性薄膜太陽電池モジュール 1 の太陽電池性能を測定した。

#### 【0047】

#### 【実施例】

以下、本発明を比較例とともにいくつかの実施例に基づいて詳細に説明するが

、本発明はその趣旨を超えない限り以下の記載例に限定されるものではない。

#### 【0048】

上述した実施の形態に従い、孤立した透光性開口穴 8 が直線上に配置された開口部 18 が配置された透光性薄膜太陽電池モジュール 1 を作製した。

#### 【0049】

まず、 $910\text{ mm} \times 910\text{ mm}$ の面積と  $5\text{ mm}$ の厚さを有するガラス基板 2 上に、透明導電膜 3 として、熱 CVD 法による厚さ約  $700\text{ nm}$ の  $\text{SnO}_2$ 膜を製膜した。この  $\text{SnO}_2$ 膜 3 に対して、 $\text{SnO}_2$ 膜 3 側から YAG 基本波レーザ光ビームを照射することにより、第 1 の分離溝 21 をパターンニング加工形成した。第 1 の分離溝 21 の溝幅は  $60\text{ }\mu\text{ m}$ とし、溝と溝との間隔を  $8.88\text{ mm}$ とした。次に、加工により生じた微粉などを洗浄除去した後、ガラス基板 2 をプラズマ CVD 製膜装置に搬入し、厚さ約  $300\text{ nm}$ のアモルファスシリコンからなる光電変換膜を半導体層 4 として製膜した。CVD 装置からガラス基板 2 を搬出した後、半導体層 4 にガラス基板 2 側から YAG 第二高調波レーザ光を照射して接続溝 23 を形成した。接続溝 23 の溝幅は  $80\text{ }\mu\text{ m}$ とし、隣接する接続溝 23 と第 1 の分離溝 21 との中心線間距離を  $170\text{ }\mu\text{ m}$ とした。

#### 【0050】

次に、第 2 電極層 5 として、厚さ約  $80\text{ nm}$ の  $\text{ZnO}$ 膜と厚さ約  $300\text{ nm}$ の  $\text{Ag}$ 膜をこの順でスパッタ法で半導体層 4 上に製膜した。さらに、第 2 電極層 5 にガラス基板 2 側から YAG 第二高調波レーザ光を照射して短冊状に分割し第 2 の分離溝 22 を形成した。第 2 の分離溝 22 の溝幅は  $80\text{ }\mu\text{ m}$ とし、隣接する第 2 の分離溝 22 と接続溝 23 との中心線間距離を  $170\text{ }\mu\text{ m}$ とした。セル領域と接続領域 9 とをガラス基板 2 周囲から絶縁するために、ガラス基板 2 の周辺に沿って YAG レーザ光を照射して、 $\text{SnO}_2$ 膜 3、アモルファスシリコン光電変換膜 4、及び第 2 電極層 5 を除去した。以上のようにして、 $892\text{ mm}$ の長さの光電変換セル 10 が 100 個直列接続した集積型薄膜太陽電池 11 を得た。

#### 【0051】

次に、ガラス基板 2 側から YAG 第二高調波レーザ光を照射して、集積方向 12 に平行で  $888\text{ mm}$ の長さの孤立した透光性開口穴 8 が直線上に配置された開

開口部 18 を、1 mm 間隔で 891 本集積型薄膜太陽電池 11 上に配置した。

#### 【0052】

さらに、電力取り出し用の電極として半田メッキ銅箔を複数の点状に予めガラス基板 2 上に形成した非鉛半田を介して光電変換セル 10 付近に配することで、ガラス基板 2 に一对の電極を設けた。この後、隣り合う光電変換セル 10 の第 2 電極層 5 の間に電圧を印加して逆バイアス処理を行った。

#### 【0053】

最後に、EVA 6 と、厚み 3 mm t のガラス板 7 とを、第 2 電極層 5 上に順に重ね合わせた状態で真空ラミネーション装置を用い加熱真空封止を行なった。

#### 【0054】

作製した透光性薄膜太陽電池モジュール 1 について、光源としてキセノンランプおよびハロゲンランプを用い、AM1.5 ( $100 \text{ mW}/\text{cm}^2$ ) のスペクトル及び光量の光を照射し、 $25^\circ\text{C}$  で光電変換特性を測定した。

#### 【0055】

##### (実施例 1)

実施例 1 では、孤立した透光性開口穴 8 が直線上に配置された開口部 18 の形成を、集積型薄膜太陽電池 11 にガラス基板 2 側から、Q スイッチ周波数 1 kHz、加工点パワー 0.30 W、走査速度  $200 \text{ mm}/\text{s}$  の条件のレーザ光を照射することにより行った。

#### 【0056】

得られた透光性開口穴 8 の直径 81 は平均で  $170 \mu\text{m}$  であり、透光性開口穴 8 の中心点間距離 82 は  $200 \mu\text{m}$ 、その間に存在する非加工の不透明部分の長さは平均で  $30 \mu\text{m}$  であった。その結果、開口率が 11.3% の透光性薄膜太陽電池モジュール 1 が得られ、その光電変換特性は各々、開放電圧 88.8 V、短絡電流 1.008 A、フィルファクタ 0.609、最大出力 54.5 W であった。

#### 【0057】

実施例 1 の透光性薄膜太陽電池モジュール 1 に対して、市販の室内型プロジェクターを用いて、2 m の距離から映像を投影したところ、透光投影画像は 30 c

m の位置から連続的に観察され、解像性および輝度とも十分であった。

#### 【0058】

##### (実施例 2)

実施例 2 では、孤立した透光性開口穴 8 が直線上に配置された開口部 18 の形成を、集積型薄膜太陽電池 11 にガラス基板 2 側から、Q スイッチ周波数 1 kHz、加工点パワー 0.30 W、走査速度 300 mm/s の条件のレーザ光を照射することにより行った。

#### 【0059】

得られた透光性開口穴 8 の直径 81 は平均で  $170\text{ }\mu\text{m}$  であり、透光性開口穴 8 の中心点間距離 82 は  $300\text{ }\mu\text{m}$ 、その間に存在する非加工の不透明部分の長さは平均で  $130\text{ }\mu\text{m}$  であった。その結果、開口率 7.5% の透光性薄膜太陽電池モジュール 1 が得られ、その光電変換特性は各々、開放電圧 89.8 V、短絡電流 1.050 A、フィルファクタ 0.612、最大出力 57.7 W であった。

#### 【0060】

実施例 2 の透光性薄膜太陽電池モジュール 1 に対して、市販の室内型プロジェクターを用いて、2 m の距離から映像を投影したところ、透光投影画像は 5 m の位置から連続的に観察され、解像性および輝度とも十分であった。

#### 【0061】

##### (実施例 3)

実施例 3 では、孤立した透光性開口穴 8 が直線上に配置された開口部 18 の形成を、集積型薄膜太陽電池 11 にガラス基板 2 側から、Q スイッチ周波数 1 kHz、加工点パワー 0.10 W、走査速度 100 mm/s の条件のレーザ光を照射することにより行った。

#### 【0062】

得られた透光性開口穴 8 の直径 81 は平均で  $80\text{ }\mu\text{m}$  であり、透光性開口穴 8 の中心点間距離 82 は  $100\text{ }\mu\text{m}$ 、その間に存在する非加工の不透明部分の長さは平均で  $20\text{ }\mu\text{m}$  であった。その結果、開口率 5.0% の透光性薄膜太陽電池モジュール 1 が得られ、その光電変換特性は各々、開放電圧 89.5 V、短絡電流 1.062 A、フィルファクタ 0.623、最大出力 59.2 W であった。



## 【0063】

実施例3の透光性薄膜太陽電池モジュール1に対して、市販の室内型プロジェクターを用いて、2mの距離から映像を投影したところ、透光投影画像は30cmの位置から連続的に観察され、解像性および輝度とも十分であった。

## 【0064】

## (比較例1)

比較例1では、孤立した透光性開口穴8が直線上に配置された開口部18の形成を、集積型薄膜太陽電池11にガラス基板2側から、Qスイッチ周波数1kHz、加工点パワー0.30W、走査速度400mm/sの条件のレーザ光を照射することにより行った。

## 【0065】

得られた透光性開口穴8の直径81は平均で170 $\mu$ mであり、透光性開口穴8の中心点間距離82は400 $\mu$ m、その間に存在する非加工の不透明部分の長さは平均で230 $\mu$ mであった。その結果、開口率が5.7%の透光性薄膜太陽電池モジュール1が得られ、その光電変換特性は各々、開放電圧89.2V、短絡電流1.072A、フィルファクタ0.621、最大出力59.4Wであった。

## 【0066】

比較例1の透光性薄膜太陽電池モジュール1に対して、市販の室内型プロジェクターを用いて、2mの距離から映像を投影したところ、透光投影画像ともに5mの位置からでも不連続的に観察された。

## 【0067】

## (比較例2)

比較例2では、孤立した透光性開口穴8が直線上に配置された開口部18の形成の代わりに、透光性開口穴8が直線上に連続して配置された開口溝17の形成を行った。具体的には、透光性開口穴8が直線上に連続して配置された開口溝17の形成を、集積型薄膜太陽電池11にガラス基板2側から、Qスイッチ周波数1kHz、加工点パワー0.30W、走査速度100mm/sの条件のレーザ光を照射することにより行った。これにより、透光性を有する開口溝17が1mm

間隔で 891 個配置された。

#### 【0068】

また、比較例 2 では逆バイアス処理を透光性開口穴 8 の形成前に行った。

#### 【0069】

得られた開口溝 17 の幅は平均で  $170\ \mu\text{m}$  であり、その結果、開口率が 17 % の透光性薄膜太陽電池モジュール 1 が得られ、その光電変換特性は各々、開放電圧 87.9 V、短絡電流 0.975 A、フィルファクタ 0.590、最大出力 50.6 W であった。

#### 【0070】

以上のように、透光性薄膜太陽電池モジュール 1 に透光性の機能を付与する形態としては、実施例 1、2、および 3 で示したように、孤立した透光性開口穴 8 が直線上に配置された開口部 18 を透光性薄膜太陽電池モジュール 1 に設けたものが優れた形態であり、比較例 1 に示したように、透光性開口穴 8 の中心点間距離すなわち間隔が、透光性開口穴の直径の 2 倍より大きくなると、透光性薄膜太陽電池モジュール 1 の透光性開口穴 8 が不連続に観察され、透光性薄膜太陽電池モジュール 1 通して得られる背景やプロジェクターを用いた投影した透過画像の外観が不鮮明となる。

#### 【0071】

また、比較例 2 のように透光性開口穴 8 を連続的に配置し開口溝 17 とした形態よりも、レーザ光 12 の走査速度を増大することが可能である。例えば、比較例 2 ではレーザ光 12 の走査速度を  $100\ \text{mm/s}$  としたが、実施例 1 では  $200\ \text{mm/s}$  で、2 倍の走査速度となっている。また、それに伴う開口率の変化は 17 % から 11.3 % と、33 % 程度の低下に留まっている。すなわち、例えば、実施例 1 の改良された形態として、孤立した透光性開口穴 8 が直線上に配置された開口部 18 の透光性薄膜太陽電池モジュール 1 における個数を増やし、比較例と同じ開口率を得られる設定にしても、十分な生産性が期待できる。

#### 【0072】

さらに、比較例 2 においては、透光性開口穴 8 が一直線上に連続して配置された開口溝 17 を配置した集積型薄膜太陽電池 21 であるため、第 2 電極層 4 が分

割されているため、逆バイアス電圧の印加によって光電変換セル 10 中の短絡欠陥部を十分に回復できず、想定されるパワー特性を十分に発揮できていないが、実施例 1、2 及び 3 においては、逆バイアス処理が透光性開口穴 8 形成後に可能であり、比較例と比較して、開放電流およびフィルファクタが大きく、結果として大きな電変換効率が得られている。

### 【0073】

#### 【発明の効果】

以上のように、本発明によれば、高出力、高透光性で外観に優れた透光性薄膜太陽電池モジュールを提供することができ、また生産性よく製造することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の透光性薄膜太陽電池モジュール 1 を概略的に示す平面図

【図 2】 孤立した透光性開口穴 8 が直線上に配置された開口部 18 を概略的に示す平面図

【図 3】 集積型薄膜太陽電池 11 を概略的に示す断面図

#### 【符号の説明】

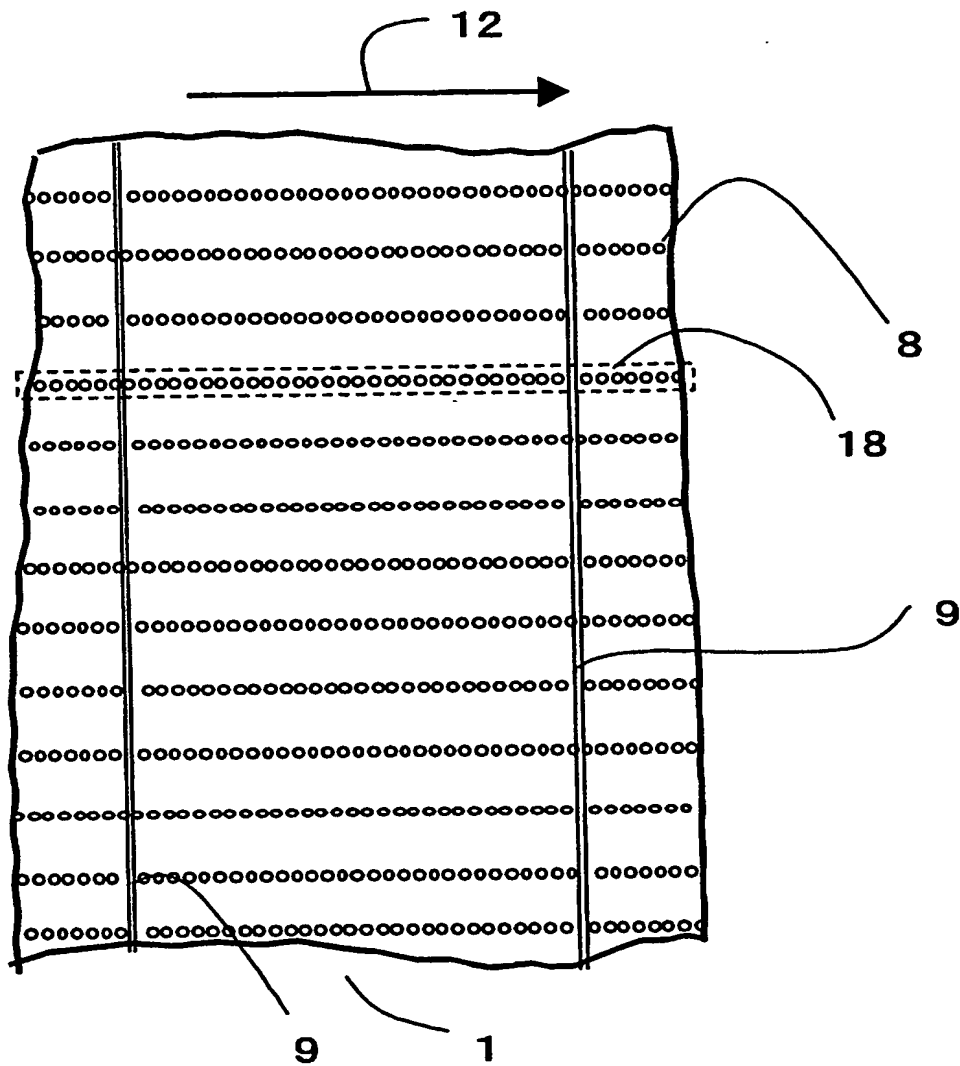
- 1 透光性薄膜太陽電池モジュール
- 2 絶縁透光性基板
- 3 第 1 電極層
- 4 半導体層
- 5 第 2 電極層
- 6 封止樹脂層
- 7 裏面封止材料
- 8 透光性開口穴
- 9 接続領域
- 10 光電変換セル
- 11 集積型薄膜太陽電池
- 12 集積方向

- 1 7 透光性開口穴 8 が直線上に連続して配置された開口溝
- 1 8 孤立した透光性開口穴 8 が直線上に配置された開口部
- 2 1 第 1 の分離溝
- 2 2 第 2 の分離溝
- 2 3 接続溝
- 8 1 透光性開口穴 8 の直径
- 8 2 透光性開口穴 8 の穴中心間距離

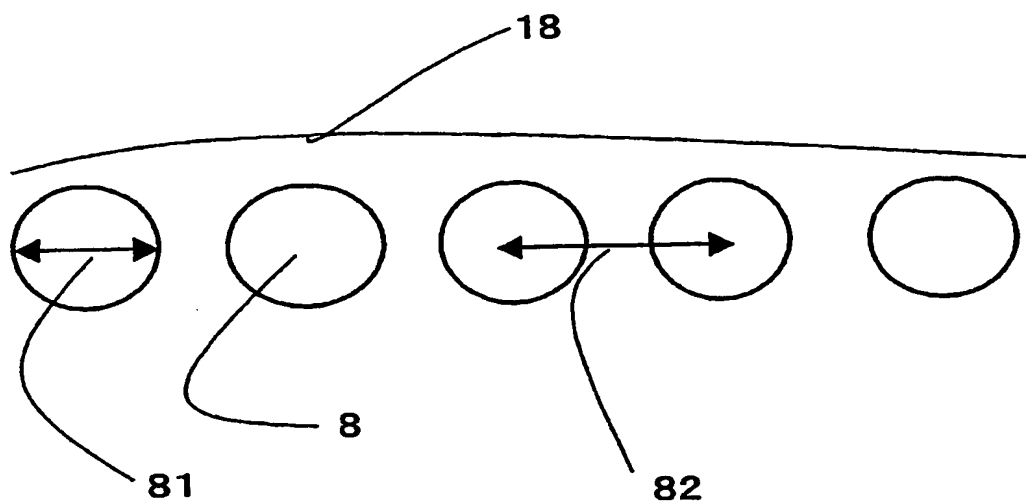
【書類名】

図面

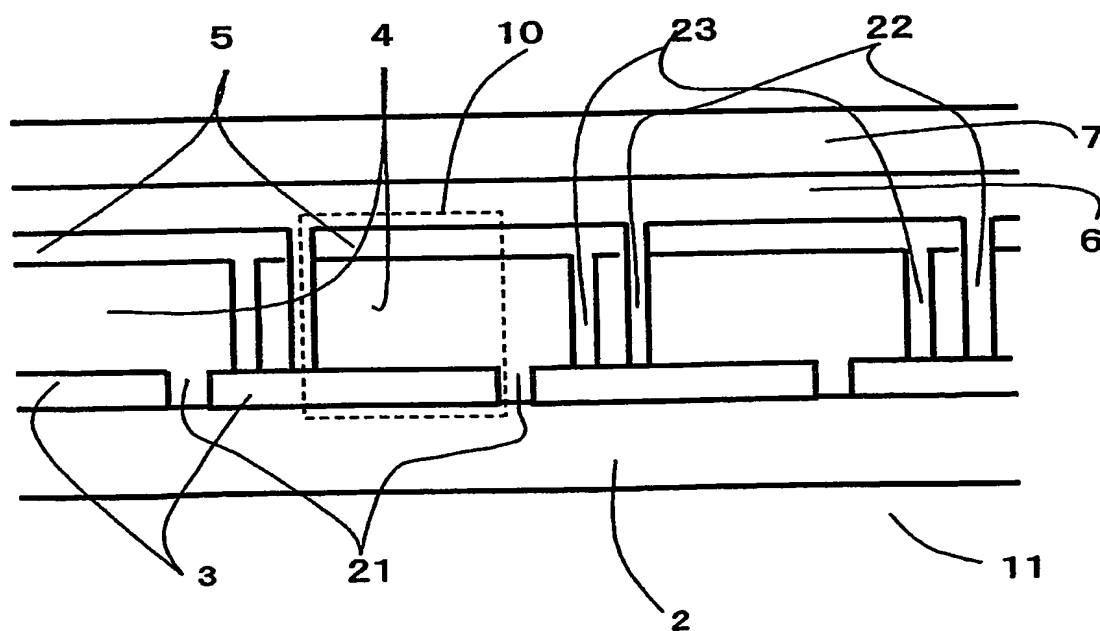
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高出力、高透光性で外観に優れた透光性薄膜太陽電池モジュールを生産性よく製造する。

【解決手段】 絶縁透光性基板の一主面上に順に積層された第1電極層、半導体層、および第2電極層からなる直列接続された複数の光電変換セルを含み、少なくとも第2電極層が除去された複数の透光性開口穴を含む透光性薄膜太陽電池モジュールであって、透光性開口穴の直径が $30\mu\text{m}$ ～ $500\mu\text{m}$ の大きさであって、その直径の1.01倍から2倍の中心点間距離にて直線上に配置されてなることを特徴とする透光性薄膜太陽電池モジュールとする。

【選択図】 図1

特願 2003-003956

出願人履歴情報

識別番号

[000000941]

1. 変更年月日

1990年 8月27日

[変更理由]

新規登録

住所

大阪府大阪市北区中之島3丁目2番4号

氏名

鐘淵化学工業株式会社